



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102745843 B

(45) 授权公告日 2013. 09. 04

(21) 申请号 201210245441. 9

(22) 申请日 2012. 07. 16

(73) 专利权人 浙江工商大学

地址 310018 浙江省杭州市下沙高教园区学
正街 18 号

(72) 发明人 余博阳 张洪铭 金晓林 丁卫徐
冯华军 沈东升 殷俊 汪美贞
龙於洋 申屠佳丽

(74) 专利代理机构 杭州天勤知识产权代理有限
公司 33224

代理人 胡红娟

(51) Int. Cl.

C02F 9/06 (2006. 01)

审查员 夏宏彩

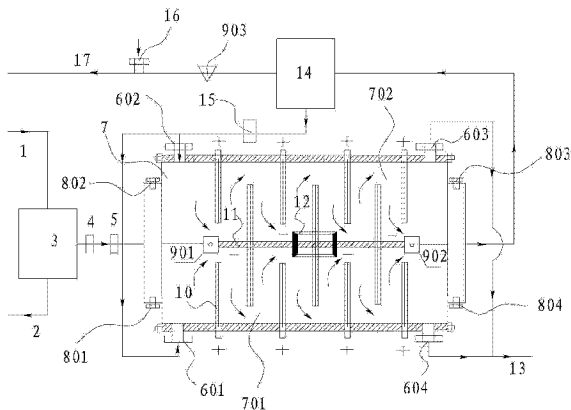
权利要求书1页 说明书7页 附图1页

(54) 发明名称

一种工业循环冷却水的处理系统及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种工业循环冷却水的处理系统及方法,设置两个或多个并联的反应室,在并联反应室内均设置电极片,通过自动控制系统控制多个反应室同时进行电吸附和脱附再生。本发明成功改进了工业冷却循环水严重浪费的现象,在原冷却循环系统的基础上,增设电除盐吸附装置,降低冷却循环水的盐度,增加循环水的利用率,提高循环水的浓缩比,节约成本;减少药剂投放量,节约装置运行和废水后期处理费用;在低电压情况下运行装置,可以节约用电量,提高企业经济效益,因此,本发明具有很高的实际应用价值。



1. 一种工业循环冷却水的处理系统,包括依次连接的保安过滤器(3)、流量计(5)、反应槽(7)和配水槽(14),其特征在于,所述反应槽(7)内通过隔板分隔为至少两个并联的反应室,所述反应室内通过阴阳极交错排布的若干电极片(10)隔成迂回通道;

所述迂回通道上游设有通过进水控制阀连通流量计(5)的进水口;所述迂回通道下游设有通过出水控制阀与配水槽(14)连通的出水口;

所述反应室设有分别与迂回通道上游和迂回通道下游连通的清洗水入口阀和清洗水出口阀;

所述处理系统还设有检测所述反应室进水电导率的第一电导仪(901)、检测所述出水电导率的第二电导仪(902)以及根据来自第一电导仪(901)和第二电导仪(902)的信号驱动进水控制阀、出水控制阀、清洗水入口阀以及清洗水出口阀的控制单元(12)。

2. 根据权利要求1所述的处理系统,其特征在于,所述电极片(10)比表面积 $>980\text{m}^2/\text{g}$,孔容为 $0.5\sim 0.7\text{cm}^3/\text{g}$,平均孔径为 $1.8\sim 2.2\text{nm}$,以氯化钠计单位吸附量 $>3\text{mg}/\text{g}$ 。

3. 根据权利要求2所述的处理系统,其特征在于,所述电极片(10)之间的间距为 $1\sim 2\text{mm}$ 。

4. 根据权利要求3所述的处理系统,其特征在于,所述配水槽(14)设有出水管(17),所述出水管(17)上设有第三电导仪(903)和投料口(16),所述第三电导仪(903)位于所述投料口(16)与所述配水槽(14)之间。

5. 一种工业循环冷却水的处理方法,其特征在于,包括:

设置相互并联且内设电极片的N个反应室,其中N为大于等于2的整数,将高盐度循环冷却水通入第一个反应室进行电吸附处理,在线检测第一个反应室中处理前废水以及处理后废水的电导率差值,当电导率差值超过预设值时,关闭第一个反应室的进水控制阀和出水控制阀,打开第一个反应室的清洗水入口阀和清洗水出口阀,清洗第一个反应室中的电极片;

针对每一个反应室均交替的进行电吸附处理和清洗电极片,且所有反应室按顺序依次启动,使启动第N个反应室进行电吸附处理时,第一个反应室恰好完成电吸附处理。

6. 根据权利要求5所述的处理方法,其特征在于,所述高盐度循环冷却水在所有反应室内的流速均为 $0.4\sim 0.6\text{m}/\text{min}$ 。

7. 根据权利要求5所述的处理方法,其特征在于,所述高盐度循环冷却水在所有反应室中进行电吸附时的电压均为 $1.5\sim 2.5\text{V}$,电流密度均为 $0.08\sim 0.12\text{A}/\text{m}^2$ 。

8. 根据权利要求7所述的处理方法,其特征在于,所述高盐度循环冷却水在所有反应室内的电吸附时间 T_1 均 $75\sim 85\text{min}$,所述所有反应室内的电极片的清洗时间 $T_2=T_1/(N-1)$ 。

9. 根据权利要求5所述的处理方法,其特征在于,经所述反应室处理后的废水出水管中投加缓蚀剂和生物抑制剂及补加清水后作为工业冷却水循环使用。

一种工业循环冷却水的处理系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及环境技术和水处理技术领域,具体涉及一种基于电吸附技术的工业循环冷却水处理系统及方法。

背景技术

[0002] 在现有的工业循环冷却水处理系统中,普遍采用的是敞开式的循环冷却水系统。由于敞开式会带进大量的灰尘细菌,导致微生物腐蚀黏泥问题;长期在相对较高温的环境中运行,循环水蒸发量较大,需定期补充新鲜水,因此会导致盐分浓缩,钙、镁离子浓度增高,从而导致传热管道结垢问题。而微生物的繁殖和盐分的增加也会导致管道金属腐蚀加剧。

[0003] 申请号为 200510026892.3 的中国发明专利公开了一种工业循环冷却水复合水处理剂,其包括下列重量份数的组分:1~10 份的膦羧酸共聚化合物;以钼酸根离子计,1~10 份的钼酸盐;0.1~10 份的稀土元素的盐;0~5 份的铜缓蚀剂;以锌离子计,0~5 份的锌盐。申请号为 201010249381.9 的中国发明申请公开了一种工业循环冷却水用复合杀菌剂,由双锌基二甲基氯化铵、十二烷基苄基氯化、二硫氰酸甲酯、水混合组成。以上两种药剂虽然都具有阻垢和缓蚀性能,但是对于工业循环冷却水中的高浓度盐分的处理效果有限的。

[0004] 申请号为 200920106360.4 的实用新型专利公开了一种冷却循环水双排污处理系统。在冷却循环水系统中增设了水质控制器及水质排污部分,通过控制器对水质排污和杂质排污双排污过程的控制,达到对冷却循环水系统进行水质控制和水质处理。虽然该装置在冷却循环水系统中增设了水质控制器及水质排污部分,避免了传统水处理方法单一排污口排污的弊端,但是对电解质的浓度要求较高,不能实现脱附吸附分开运行,因此尚不能增加反应效率。

[0005] 申请号为 201110413920.2 的发明专利公开了一种冷却循环水电化学除垢、缓蚀、杀菌灭藻方法及装置,装置电化学反应室内设置有一组或多组阴极板及阳极板,在加载直流电时,阴阳极板界面发生电化学反应,水中的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Fe^{2+} 、其他金属离子、硅酸盐、磷酸盐类等物质在阴极板上沉积形成疏松的针状纹石类矿物结晶;阳极板产生活性氧、自由氢氧基、 O_3 等,灭活水中的菌藻,且经处理后的水与循环水混合后仍保持一定的菌藻灭活及抑制作用。该装置设置渣斗,当阴阳极极性互换时,水垢剥离并下沉至渣斗,通过排渣管排除。装置安装于循环水旁路时,会在循环系统管壁及器壁形成一层致密的 Fe_3O_4 薄膜,阻碍腐蚀进程。该装置通过电化学反应虽然可起到脱盐除垢等作用,但是装置能耗高,电极再生过程复杂,洗脱效率低。

发明内容

[0006] 本发明提供了一种工业循环冷却水的处理系统及方法,电极的再生与吸附同步进行,缩短处理时间,降低能耗,成本低。

[0007] 一种工业循环冷却水的处理系统,包括依次连接的保安过滤器、流量计、反应槽和配水槽,所述反应槽内通过隔板分隔为至少两个并联的反应室,所述反应室内通过阴阳极交错排布的若干电极片隔成迂回通道;

[0008] 所述迂回通道上游设有通过进水控制阀连通流量计的进水口;所述迂回通道下游设有通过出水控制阀与配水槽连通的出水口;

[0009] 所述反应室设有分别与迂回通道上游和迂回通道下游连通的清洗水入口阀和清洗水出口阀;

[0010] 所述处理系统还设有检测所述反应室进水电导率的第一电导仪、检测所述出水电导率的第二电导仪以及根据来自第一电导仪和第二电导仪的信号驱动进水控制阀、出水控制阀、清洗水入口阀以及清洗水出口阀的控制单元。

[0011] 控制单元优选为可编程逻辑控制器 PLC,第一电导仪和第二电导仪分别检测反应槽进水处和出水处的电导率,PLC 采集来自第一电导仪和第二电导仪的信号并分析,控制反应室的进水控制阀、出水控制阀、清洗水入口阀和清洗水出口阀的关闭,使多个反应室的电吸附和电极片的脱附清洗能够同时进行,依次启动各个反应室,使废水的处理连续进行。

[0012] 所述电极片比表面积 $>980\text{m}^2/\text{g}$,孔容为 $0.5 \sim 0.7\text{cm}^3/\text{g}$,平均孔径为 $1.8 \sim 2.2\text{nm}$,以氯化钠计单位吸附量 $>3\text{mg}/\text{g}$ 。

[0013] 所述电极片之间的间距为 $1 \sim 2\text{mm}$ 。

[0014] 电极片比表面积、孔容、孔径太小会导致电极片的吸附性能下降,降低装置运行效果;在处理过程中电极片间距过大,电极片不起吸附作用,而发生的是电解反应;若电极片间距过小,容易正负电极片接触,发生短路,反应器易损坏,在上述电极片参数下,吸附效率可达 $80 \sim 90\%$ 。

[0015] 所述配水槽设有出水管,所述出水管上设有第三电导仪和投料口,所述第三电导仪位于所述投料口与所述配水槽之间。

[0016] 所述投料口用于向出水管中投加生物抑制剂、缓蚀剂和补充清水,根据第三电导仪的检测数据,决定向经两个反应室处理后的废水中投加缓蚀剂、生物抑制剂和补加清水的量。

[0017] 所述清洗水入口阀通过管路连通至配水槽,用经过吸附除盐处理后的废水清洗电极片,使电极片再生,节约用水。

[0018] 本发明还提供了一种工业循环冷却水的处理方法,包括:

[0019] 设置相互并联且内设电极片的 N 个反应室,其中 N 为大于等于 2 的整数,将高盐度循环冷却水通入第一个反应室进行电吸附处理,在线检测第一个反应室中处理前废水以及处理后废水的电导率差值,当电导率差值超过预设值时,关闭第一个反应室的进水控制阀和出水控制阀,打开第一个反应室的清洗水入口阀和清洗水出口阀,清洗第一个反应室中的电极片;

[0020] 针对每一个反应室均交替的进行电吸附处理和清洗电极片,且所有反应室按顺序依次启动,使启动第 N 个反应室进行电吸附处理时,第一个反应室恰好完成电吸附处理。

[0021] 反应室的个数 N 根据电吸附处理时间和电极片清洗时间的比例确定,优选地,当电吸附处理时间和电极片清洗时间的比例为 $m:1$ 时, $N=m+1$,其中 m 优选为 3 或 4,即 N 优选为 4 或 5。

[0022] 高盐度循环冷却水(高盐度循环冷却水)经保安过滤器进行过滤,去除废水中悬浮颗粒物,然后进入反应室中,检测进行吸附除盐的反应室中的进水电导率和出水电导率,如果出水电导率与进水电导率二者差值大于进水电导率 80%,处理后的水就可流入配水槽,如果检出水电导率与进水电导率的相差值小于进水电导率的 40~50%时,则说明电极饱和和需要洗脱,通过控制单元关闭该反应室的进水控制阀和出水控制阀,开启该反应室的清洗水入口阀和清洗水出口阀,多个反应室依次启动进行吸附反应。

[0023] 优选地,所述高盐度循环冷却水在所有反应室内的流速均为 0.4~0.6m/min。

[0024] 流速越小,出水电导率越低,这是因为水力停留时长,可保证足够的时间使得离子向电极片的双电层迁移而不被水流带走,而流速过快,大量离子来不及被吸附就被水流带走,电吸附脱盐效果差,但是流速过小时,电极片间水力扰动小,传质速度慢,吸附速率减慢,同时处理量也小,不经济,因此本发明中优选为 0.4~0.6m/min。

[0025] 所述高盐度循环冷却水在所有反应室中进行电吸附时的电压均为 1.5~2.5V,电流密度均为 0.08~0.12A/m²。

[0026] 随着电压的升高,电极片对水中离子的吸附速率呈上升趋势,但是电压过高时,水解离加剧,产生气体,会使电流效率下降,因此本发明中电压优选为 1.5~2.5V,电流密度有选为 0.08~0.12A/m²。

[0027] 更优选地,所述高盐度循环冷却水在所有反应室内的电吸附时间 T1 均为 75~85min,所述所有反应室内的电极片的清洗时间 T2=T1/(N-1)。

[0028] 在所述流速、电压、电流密度和吸附脱附时间的范围内,反应器的运行吸附效率可达 80~90%,同时可以达到节水的目的。

[0029] 取经所述反应室处理后的废水清洗电极片,节约用水。

[0030] 经所述反应室处理后的废水出水管中投加缓蚀剂和生物抑制剂及补加清水后作为工业冷却水循环使用。

[0031] 投加生物抑制剂,抑制微生物生产;投加缓蚀剂防止管道结垢,保护设备。流入配水槽的水一部分被用以电极洗脱,另外一部分在被检测电导率后按比例加入生物抑制剂和缓蚀剂流回冷却循环装置。

[0032] 所述缓蚀剂为按质量比 2.5~3.5:1 进行混合的钼酸盐与钨酸盐,电解破坏小、缓蚀率高、缓蚀时间长。

[0033] 所述生物抑制剂为硼酸盐和含氮杂环类(如嘧啶、咪啶、三嗪及其衍生物)按体积比 2:1 进行混合配制,电解破坏小。

[0034] 本发明的有益效果:

[0035] 本发明成功改进了工业冷却循环水严重浪费的现象,在原冷却循环系统的基础上,增设一个电除盐吸附装置,降低冷却循环水的盐度,增加循环水的利用率,提高循环水的浓缩比,节约成本;减少药剂投放量,节约装置运行和废水后期处理费用;在低电压情况下运行装置,可以节约用电量,提高企业经济效益,因此,本发明具有很高的实际应用价值。

附图说明

[0036] 图 1 是本发明的结构示意图。

具体实施方式

[0037] 如图1所示,一种工业循环冷却水的处理系统,包括保安过滤器3、反应槽7和配水槽14,依次通过管路连接,在保安过滤器3与反应槽7之间的管路上设置有水泵4和流量计5,以下以反应槽7中设置两个反应室对本发明的装置进行说明。

[0038] 反应槽7大致为矩形槽,本实施方式中,反应槽7的长度设置为33cm,反应槽7内由与其长边平行的隔板11隔成两个反应室(第一反应室701和第二反应室702)。

[0039] 在第一反应室701和第二反应室702中均设置若干对电极片10,电极片10的正极电极片和负极电极片交错排布,第一反应室701和第二反应室702中的正极电极片均固定在反应槽7的长边侧壁上,负极电极片均固定在隔板11上,相邻两个电极片之间的间距为1~2mm,正负极交错排布的电极片10将第一反应室701和第二反应室702内阻隔成迂回通道,供水流通过。图1中该迂回通道从左至右走向,保安过滤器3、水泵4和流量计均位于反应槽7的左侧。

[0040] 每个反应室内的电极片10的对数根据实际工程中的电极片大小与反应大小相适应,根据流速保证被处理的废水在反应室内的停留时间达到规定值,即根据电极片对数控制水流流程长度。

[0041] 电极片10选用活性炭电极,比表面积为 $>980\text{m}^2/\text{g}$,孔容为 $0.5\sim 0.7\text{cm}^3/\text{g}$,平均孔径为 $1.8\sim 2.2\text{nm}$,单位吸附量 $>3\text{mg}/\text{g}$ (以氯化钠计),本实施方式中,电极片10的比表面积为 $1350\text{m}^2/\text{g}$,孔容为 $0.6\text{cm}^3/\text{g}$ 左右,平均孔径为 2nm ,单位吸附量为 $3.5\text{mg}/\text{g}$ (以氯化钠计)。

[0042] 在第一反应室701左端设有第一进水口和第一清洗水入口,右端设有第一出水口和第一清洗水出口,第一进水口与流量计5的出口之间通过管路连通,该管路上设置第一进水控制阀801,第一出水口通过管路与配水槽14连通,在该管路上设置第一出水控制阀804,第一清洗水入口处设置第一清洗水入口阀601,第一清洗水出口处设置第一清洗水出口阀604。

[0043] 在第二反应室702左端设有第二进水口和第二清洗水入口,右端设有第二出水口和第二清洗水出口,第二进水口与流量计5的出口之间通过管路连通,该管路上设置第二进水控制阀802,第二出水口通过管路与配水槽14连通,在该管路上设置第二出水控制阀803,第二清洗水入口处设置第二清洗水入口阀602,第二清洗水出口处设置第二清洗水出口阀603。

[0044] 第一反应室701中,所有电极片10均布置在第一清洗水入口和第一清洗水出口之间,第二反应室702中,所有电极片10均布置在第二清洗水入口和第二清洗水出口之间。

[0045] 第一清洗水入口和第二清洗水入口均通过管路与配水槽14连通,在该管路的总管上设置清洗水泵15,第一清洗水出口和第二清洗水出口均通过管路连接至污水处理装置。配水槽14为立方体槽,蓄水时间为 $0.5\sim 1\text{h}$,配水槽14设有出水管17连接至工业冷却水供水设备,在出水管17上设置投料口16,在投料口16和配水槽14之间的管路上设置第三电导仪903,第三电导仪903的探头伸入出水管17中。

[0046] 在反应槽7上位于左侧上方设置一个检测进水电导率的第一电导仪901,位于右侧上方设置一个检测出水电导率的第二电导仪902。第一电导仪901的探头伸入连接流量计5与第一进水控制阀801及第二进水控制阀802之间的总管路中,检测反应槽7的进水

电导率；第二电导仪 902 的探头伸入连接配水槽 14 与第一出水控制阀 804 及第二出水控制阀 803 之间的总管路中，检测反应槽 7 的出水电导率。

[0047] 在反应槽 7 上方位于第一电导仪 901 和第二电导仪 902 之间设置一个控制单元 12，本实施方式中，该控制单元采用 PLC，第一进水控制阀 801、第二进水控制阀 802、第一出水控制阀 804、第二出水控制阀 803、第一清洗水入口阀 601、第二清洗水入口阀 602、第一清洗水出口阀 604、第二清洗水出口阀 603、第一电导仪 901 和第二电导仪 902 均连接至该 PLC。

[0048] 第一电导仪 901 检测反应槽 7 进水的电导率，第二电导仪 902 检测反应槽 7 出水的电导率，第一电导仪 901 和第二电导仪 902 将其检测到的数据传递给控制单元 12，控制单元 12 通过对第一电导仪 901 和第二电导仪 902 的数据分析，控制两个反应室一个进行吸附、一个进行脱附，两个反应室交替运行，节约反应时间。

[0049] 所有电极片 10 并联后与总电源连接。

[0050] 以两个反应室为例，本发明的处理控制过程如下：

[0051] 待处理的高盐度冷却水 1 进入保安过滤器 3，在保安过滤器 3 中过滤掉悬浮颗粒，该悬浮颗粒由保安过滤器 3 的排污口 2 输出，此时第一进水控制阀 801 和第一出水控制阀 804 打开，第一清洗水入口阀 601 和第一清洗水出口阀 604 关闭，经保安过滤器 3 过滤后的冷却水依次经过水泵 4 和流量计 5 从第一进水口进入第一反应室 701 中，第一反应室 701 进行吸附反应。

[0052] 在第一反应室 701 中，冷却水中的正离子（主要有 Ca^{2+} 和 Mg^{2+} ）被负极电极片吸附，负离子（主要有 CO_3^{2-} 和 SO_4^{2-} ）被正极电极片吸附，去盐后的冷却水由第一出水口送至配水槽 14 中。

[0053] 第一电导仪 901 检测进水电导率，第二电导仪 902 检测出水电导率，第一电导仪 901 和第二电导仪 902 将检测到的数据传输给 PLC，预先设定 PLC，当出水电导率与进水电导率的差值大于进水电导率 80% 时，处理后的水就可流入配水槽，当出水电导率与进水电导率的相差值小于进水电导率的 40 ~ 50% 时，则说明电极饱和需要洗脱，则通过 PLC 关闭第一进水控制阀 801 和第一出水控制阀 804，同时开启第一清洗水入口阀 601、第一清洗水出口阀 604、第二进水控制阀 802 和第二出水控制阀 803，使待处理的高盐度冷却水 1 进入第二反应室 702，在第二反应室 702 中进行吸附反应，第一反应室 701 进行电极片脱附再生，如此循环，始终保持两个反应室一个进行吸附，一个进行脱附。

[0054] 配水槽 14 中的水一部分用于清洗反应槽 7 中的电极片 10，清洗电极片 10 后的浓水 13 送去污水处理装置，配水槽 14 中另外一部分水在被第三电导仪 903 检测电导率后按比例加入生物抑制剂、缓蚀剂和补充清水后流回工业冷却水供水设备。

[0055] 处理过程中的电压控制在 1.5 ~ 2.5V，电流密度控制在 0.08 ~ 0.12A/m²，吸附时间控制在 75 ~ 85min，脱附时间为 20 ~ 25min，反应槽 7 中水流流速为 0.4 ~ 0.6m/min。

[0056] 生物抑制剂和缓蚀剂的投加量和补入清水的量根据第三电导仪 903 的检测数据调整。

[0057] 生物抑制剂的配方：硼酸盐与含氮杂环类（如嘧啶、咪啶、三嗪及其衍生物）按 2 : 1 的比例进行配比。

[0058] 缓蚀剂的配方：钼酸盐与钨酸盐，按 3 : 1 的比例进行配比。

[0059] 本发明中,为了提高反应效率,反应室的设置数量根据吸附时间和脱附时间的比例进行调整,可同时设置多个并联的反应室,使多个反应室依次进行工作,以下实施例 1 和实施例 2 为根据吸附时间与脱附时间的比例分别设置 4 个和 5 个反应室时的工作过程和处理效果。

[0060] 实施例 1

[0061] 电极片对数目为 100 对,电极片间距为 1mm,电极片性质稳定,反应槽中冷却水流速为 0.6m/min,将电压控制在 2V,电流密度为 0.1A/m²,先运用一个反应室,通过第一电导仪和第二电导仪的读数来确定吸附和脱附反应时间。反应室先进行吸附,当第二电导仪的读数与第一电导仪的读数的差值小于第一电导仪读数的 40% 时,再进行脱附,吸附时间与脱附时间接近 3:1,分别约为 75min 和 25min,根据吸附脱附时间比,此反应槽需要设置四个反应室,当第一反应室开始工作 25min 之后,开启第二个反应室进行吸附,在第二个反应室工作 25min 之后,开启第三反应室进行吸附,在第三反应室进行吸附 25min 之后,开启第四反应室进行吸附同时关闭第一反应室进行脱附,当第一反应室脱附 25min 后,停止第二反应室的吸附,同时第一反应室进行吸附作用,反应室工作依次进行。定期运用第一与第二电导仪监测系统的电导率,确定系统的吸附和脱附时间,保证出水水质。根据第三电导仪的读数投加缓蚀剂(钼酸钠与钨酸钾按 3:1 的比例进行配比)和生物抑制剂(硼酸钠与嘧啶按 2:1 的比例进行配比),并补充过程中同洗脱、蒸发或其他损失消耗量相同的清水。

[0062] 表 1 相同浓度的不同离子在不同时间的脱盐效果

[0063]

时间 (min)	CO ₃ ²⁻ (%)	Ca ²⁺ (%)	SO ₄ ²⁻ (%)	Mg ²⁺ (%)
20	32.2	29.9	34.4	27.9
40	60.4	57.6	63.1	60.3
60	73.3	70.0	76.5	69.5
75	89.1	88.4	91.5	86.4

[0064] 在电压为 2V、流速在 0.6m/min、电极对数目为 100 对时,相同浓度的离子在不同时间的脱盐效果如表 1 所示。经过一个月的稳定运行表明,运行时间和再生时间比例大致为 3:1。电吸附的再生过程不需要外加任何能量或物质,只要撤去外电压并继续通入清洗水即可,操作非常简单。经过近 1 个月这种充电处理与短接放电再生过程的循环后,电吸附容量略有下降,但通过将正负极倒换,电吸附去除效率基本恢复如初,并没有观察到其他损失。

[0065] 另外,此系统与一个冷却循环水系统相连运行两个月后,通过装置处理,浓缩倍数(补充清水量对排污水量的比值)可以达到 7 倍左右,清洗电极片的浓水排放量(即排污水量)为清水补入量的 15% 左右,可达到节水目的。

[0066] 实施例 2

[0067] 电极片对数目为 100 对,电极片间距为 1.5mm,电极片性质稳定,反应槽中冷却水流速为 0.5m/min,将电压控制在 2V,电流密度为 0.1A/m²,先运用一个反应室,通过电导仪的读数来确定吸附和脱附反应时间。反应室先进行吸附,当第二电导仪的读数与第一电导仪的读数的相差小于 50% 时,再进行脱附,吸附时间与脱附时间接近 4:1,分别约为 80min 和 20min,根据吸附脱附时间比,此反应槽需要设置五个反应室,当第一反应室开始工作 20min

之后,开启第二个反应室进行吸附,在第二个反应室工作 20min 之后,开启第三反应室进行吸附,在第三反应室进行吸附 20min 之后,开启第四反应室,在第四反应室吸附 20min 后,开启第五反应室同时关闭第一反应室进行脱附。当第一反应室脱附 20min 后,停止第二反应室的吸附,同时第一反应室进行吸附作用,反应室工作依次进行。定期运用第一与第二电导仪监测系统的电导率,确定系统的吸附和脱附时间,保证出水水质。根据第三电导仪的读数投加缓蚀剂(钼酸钾与钨酸钠按 3:1 的比例进行配比)和生物抑制剂(硼酸钾与嘧啶按 2:1 的比例进行配比),并补充过程中同洗脱、蒸发或其他损失消耗量相同的清水。

[0068] 表 2 相同浓度的不同离子在不同时间的脱盐效果

[0069]

时间 (min)	CO ₃ ²⁻ (%)	Ca ²⁺ (%)	SO ₄ ²⁻ (%)	Mg ²⁺ (%)
20	31.3	31.1	33.2	28.8
40	59.1	58.8	62.5	61.5
60	71.2	72.6	75.8	70.4
80	87.9	90.1	90.2	88.6

[0070] 在电压为 2V、流速在 0.5m/min、电极对数目为 100 对时,相同浓度的离子在不同时间的脱盐效果如表 2 所示。经过一个月的稳定运行表明,运行时间和再生时间比例大致为 4:1。电吸附的再生过程不需要外加任何能量或物质,只要撤去外电压并继续通入清洗水即可,操作非常简单。经过近 1 个月这种充电处理与短接放电再生过程的循环后,电吸附容量略有下降,但通过将正负极倒换,电吸附去除效率基本恢复如初,并没有观察到其他损失。

[0071] 另外,此系统与一个冷却循环水系统相连运行两个月后,通过装置处理,浓缩倍数(补充清水量对排污水量的比值)可以达到 8 倍左右,清洗电极片的浓水排放量(即排污水量)为清水补入量的 12% 左右,可达到节水目的。

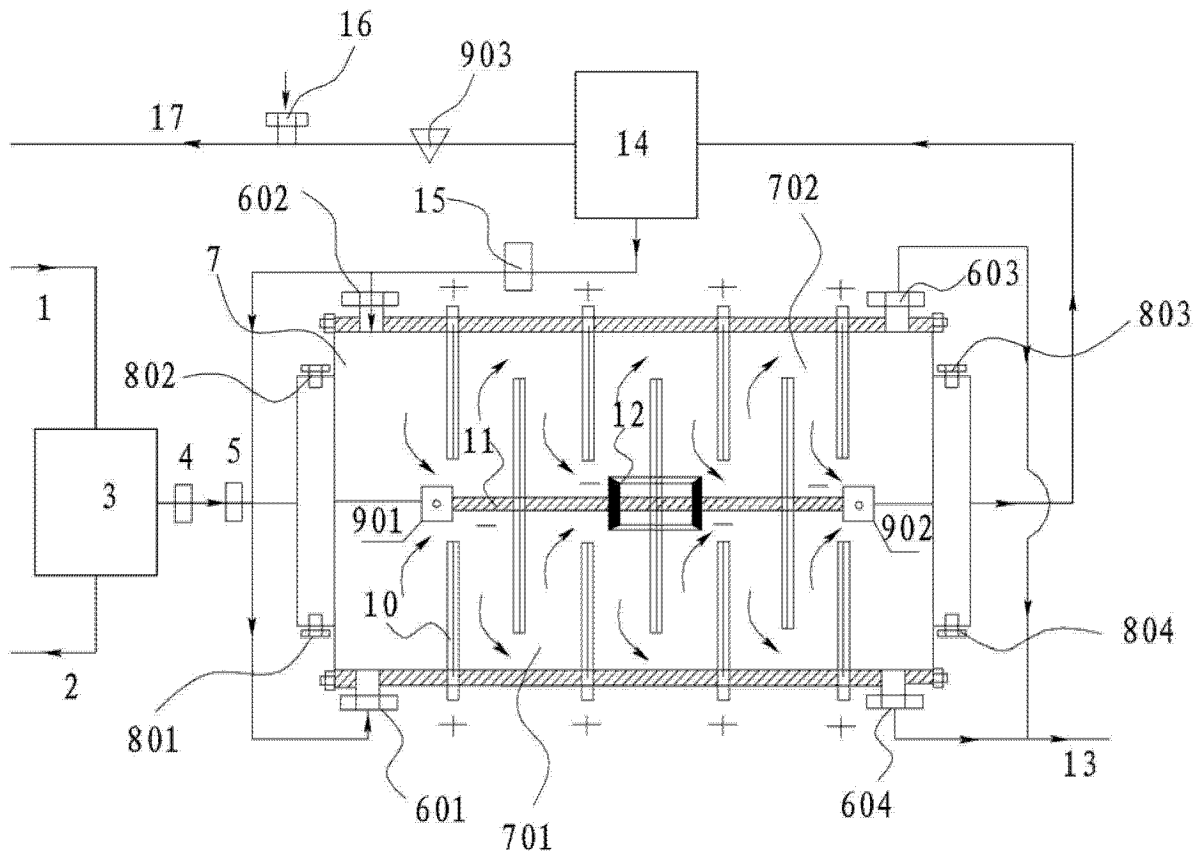


图 1